动 物 学 研 究 2004, Dec. 25 (6): 477－483 CN 53－1040/Q ISSN 0254－5853
Zoological Research

蜡皮蜥的两性异形和繁殖输出

林炽贤[1,2], 邱清波[2], 林隆慧[1], 计 翔[1,3,*]
(1. 杭州师范学院 生命科学学院环境科学与自然资源系, 浙江 杭州 310036; 2. 琼州大学 生命科学系, 海南 五指山 572200;
3. 南京师范大学 生命科学学院遗传资源研究所, 江苏 南京 210097)

摘要: 为研究蜡皮蜥 (*Leiolepis reevesii*) 两性异形和繁殖输出, 于 2002、2003 年 4 月下旬从海南乐东一种群捕获 423 头蜡皮蜥。经检测得到繁殖雌体的最小体长为 89.0 mm, 据此判定≥89.0 mm 的个体为性成熟。研究结果表明: ①蜡皮蜥具有两性异形, 雄性大于雌性且具有较大的头部。成体雄性头长和头宽随体长的增长速率大于雌性, 幼体头长和头宽随体长的增长速率无显著的两性差异。以性别和年龄 (成、幼体) 为因子的双因子 ANOVA 比较两性头长和头宽与体长的回归剩余值发现, 雄性头部大于雌性, 幼体头部相对大于成体。②饲养于实验室的母体中有 42 头于 2002、2003 年 5 月 22 日～7 月 16 日产出正常卵, 这些繁殖雌体具有年产多窝卵的潜力。窝卵数和卵重的变异系数分别为 0.18 和 0.13, 前者变异度大于后者。窝卵数、窝卵重和卵重均与母体体长无关。卵重与相对生育力之间无显著的负相关性, 表明蜡皮蜥缺乏卵数量与卵大小之间的权衡。相对窝卵重与母体体长呈显著的负相关, 表明较小的母体具有相对较大的繁殖输出。因雌体繁殖会滞缓其生长, 小母体具有相对较大的繁殖输出, 至少部分地解释了雌性蜡皮蜥的成体为什么个体较小。

关键词: 鬣蜥科; 蜡皮蜥; 两性异形; 雌性繁殖; 窝卵数; 相对窝卵重
中图分类号: Q959.62 **文献标识码:** A **文章编号:** 0254－5853(2004)06－0477－07

Sexual Dimorphism and Reproductive Output in Reevese's Butterfly Lizards, *Leiolepis reevesii*

LIN Chi-xian[1,2], QIU Qing-bo[2], LIN Long-hui[1], JI Xiang[1,3,*]
(1. *Department of Environmental Sciences and Natural Resources*, *School of Life Sciences*, *Hangzhou Normal College*, *Hangzhou* 310036, *China*; 2. *Department of Life Sciences*, *Qiongzhou University*, *Wuzhishan* 572200, *China*; 3. *Institute of Genetic Resources*, *Nanjing Normal University*, *Nanjing* 210097, *China*)

Abstract: In late April of 2002 and 2003, we collected 423 Reevese's butterfly lizards (*Leiolepis reevesii*) from a population in Ledong, Hainan, to study sexual dimorphism and reproductive output. The minimal reproductive female in our sample was 89.0 mm snout-vent length (SVL). Individuals larger than this size were arbitrarily judged as adults. The lizard is sexually dimorphic, with males being larger in both body size and head size. The rate (slope) at which head size (both head length and head width) increased with increasing SVL was greater in male adults than in female adults, whereas it did not differ between male and female juveniles. A two-way ANOVA, with sex and age (adult and juvenile) as the factors, on the residuals of the regressions of head length and head width on SVL showed that heads were larger in males than in females, and that juveniles had larger heads relative to SVL than did adults. Females maintained in the laboratory laid eggs between late May and mid-July, and they had the potential to lay multiple clutches per year. The coefficient of variation was 0.18 for clutch size and 0.13 for egg mass, indicating that clutch size was more variable than egg mass. The clutch size, clutch mass and egg mass were all independent of maternal size (SVL). The egg mass was not negatively correlated with relative fecundity, suggesting that the trade-off between size and number of eggs was absent in the lizard. The relative clutch mass was negatively correlated with maternal size, indicating that the smaller reproductive female had the relatively greater reproductive output. Given that a female's reproduction retards her growth, the relatively greater reproductive output in smaller females at least partly explains why females have the smaller adult size than do males.

收稿日期: 2004－06－16; 接受日期: 2004－09－07
基金项目: 浙江省动物学重点扶植学科资助项目; 海南省教育厅科学研究资助项目
* 通讯作者 (Corresponding author), E-mail: xji@mail.hz.zj.cn
Foundation item: This work was funded by the grants from the local government of Zhejiang Province for the Specially Supported Discipline of Zoology and the Hainan Provincial Bureau of Education for scientific research

Key words: Agamidae; *Leiolepis reevesii*; Sexual dimorphism; Female reproduction; Clutch size; Relative clutch mass

有鳞类爬行动物中普遍存在个体大小、局部形态特征（如头大小）和体色的两性差异（Anderson & Vitt, 1990; Bonnett et al, 1998; Ji et al, 2002a, b）。两性向不同体形大小发展的进化驱动力不同，雄性向较大体形发展通常与竞争食物和配偶的同性格斗有关，而雌性向较大体形发展通常与增加生育力和繁殖输出有关（Shine, 1993; Bonnett et al, 1998; Ji & Du, 2000; Lin & Ji, 2000; Du & Ji, 2001）。蜥蜴头部大小与摄食、格斗、（雄性）获得或征服配偶、（雌性）相对增加腹腔容纳量等有密切的关系，强化两性繁殖成功率的自然选择压力对头部两性异形的进化具有重要影响（Schoener et al, 1982; Vitt & Cooper, 1985; Cooper & Vitt, 1989; Anderson & Vitt, 1990; Braña, 1996）。

有鳞类爬行动物单次繁殖输出量可用后代（卵或幼仔）数量和后代平均大小的乘积表示（Smith & Fretwell, 1974; Forsman & Shine, 1995）。雌体产较大后代有利于提高后代生存率；然而，增加单个后代的繁殖投入将以减少后代数量为代价（Sinervo, 1990; Stearns, 1992）。因此，后代数量和大小的权衡主要反映了亲体生育力和后代生存率之间的平衡，须使亲体和后代双方的利益最大化（Forsman & Shine, 1995; Bernardo, 1996; Shine, 2003）。不同蜥蜴的繁殖输出以及后代数量、大小与母体大小之间的关系有不同程度的差异，获得、分析和比较各种蜥蜴相关数据对于理解这些动物的繁殖对策具有重要意义。

蜡皮蜥属（*Leiolepis*）蜥蜴主要分布在我国华南—印度尼西亚—苏门答腊区域范围内，野外生活于较为干燥、开敞的环境中，地栖且喜掘洞，食虫兼食植物成分。该属有5种蜥蜴，我国仅有一种蜡皮蜥（*Leiolepis reevesii*），分布于澳门、广东、广西、海南和越南（Jiang, 1999）。蜡皮蜥在其分布范围内的某些区域（如海南）被认为是当地蜥蜴区系的重要成分，更被列入中国濒危动物红皮书目录（Zhao, 1998）。然而，除零星描述外，关于蜡皮蜥生活史特征的研究几乎缺如（Jiang, 1999）。作者在本文中报道蜡皮蜥两性异形和雌性繁殖输出数据，重点检测：①成、幼体个体和头部大小的两性异形；②窝卵数和卵大小（卵重）的种群内变异度及这两个繁殖特征之间是否存在权衡；③繁殖输出（窝卵重）、窝卵数、卵大小、亲体大小之间的关系。

1 材料和方法

于2002、2003年4月下旬在海南乐东共捕获423头蜡皮蜥，记录每条蜥蜴的性别、断尾情况、体长（snout-vent length, SVL）、尾长、头长（head length, HL）和头宽（head width, HW）。SVL为吻端至泄殖腔孔前缘间距，头长为吻端至外耳道前缘间距，头宽为左右颌关节间距。触摸判定雌体繁殖状态，卵巢中具有卵黄沉积卵巢卵的雌体判定为性成熟，本研究中，最小繁殖雌性的SVL为89.0 mm，大于此SVL的两性个体判定为性成熟。

经性别鉴定和测量后，多数蜥蜴释放到原捕捉点，其余成体（雄50、雌50）带回室内饲养在蜥蜴专用玻璃缸（$900 \times 650 \times 500$ mm^3）内。各缸蜥蜴总数不超过10条（雄:雌 = 1:1），缸内模拟该种的野外生境，给蜥蜴提供足量面包虫（larvae of *Tenebrio molitor*）和饮水。蜥蜴在缸内能接受自然光照，并利用自然热环境进行体温调节。每日检查雌体产卵情况，卵通常在产后数小时内被收集和称重。记录产后雌体的SVL和体重。窝卵重用一窝卵总湿重表示，相对窝卵重用窝卵重/产后母体体重表示（Shine, 1992）。用变异系数（标准差/平均值）计算窝卵数（Shine & Seigel, 1996）和卵重（Seigel & Ford, 1992）种群内变异度。用窝卵数与SVL的自然对数转化值的回归剩余值表示相对生育力，以此去除个体大小对窝卵数的影响，检测卵数量与大小之间的关系（Olsson & Shine, 1997）。

数据在作进一步统计检验前，用Kolmogorov-Smirnov和Bartlett分别检验正态性和方差同质性（Statistica统计软件包）。经检验，形态数据需经ln转化才符合参数统计条件。用线性回归和相关、Mann-Whitney *U* 检验、方差分析（ANOVA）、协方差分析（ANCOVA）等分析和比较相应的数据。描述性统计值用平均值 ± 标准误表示，显著性水平设置在 $\alpha = 0.05$。

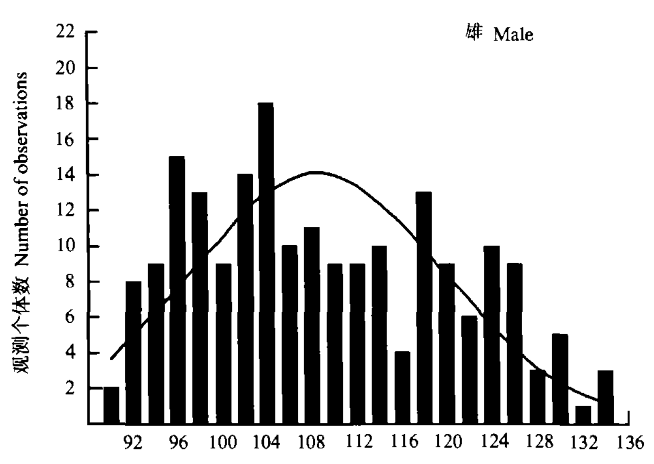
2 结　果

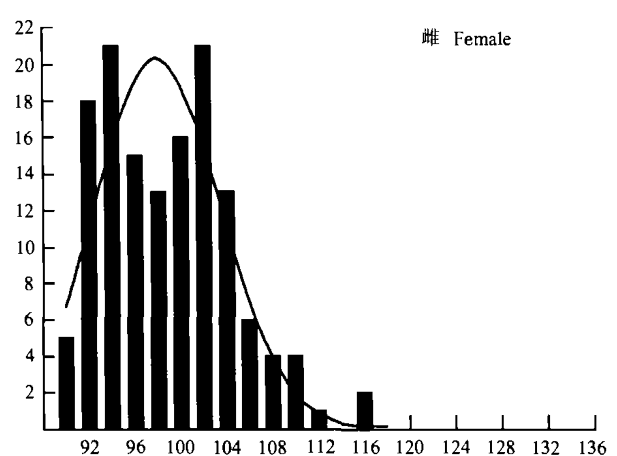
2.1 两性异形

雄性成体（108.4 ± 0.8 mm，$n = 200$）的平均 SVL 大于雌性成体（98.0 ± 0.5 mm，$n = 139$）(Mann-Whitney U test：$U = 6213.5$，$P < 0.0001$)。Kolmogorov-Smirnov 检验发现，两性成体 SVL 的频次分布符合正态分布，平均值、中值和众值吻合且出现在 SVL 频次分布图的不同位点上（图 1）。两性成体头长（$F_{1,335} = 10.93$，$P < 0.002$）和头宽（$F_{1,335} = 4.73$，$P = 0.030$）与体长呈异速增长，雄性头长（0.19 vs 0.16）和头宽（0.15 vs 0.13）随体长的增长速率显著大于雌性；幼体头长（$F_{1,80} = 0.68$，$P = 0.410$）和头宽（$F_{1,80} = 0.004$，$P = 0.950$）随体长的增长速率无显著的两性差异（图 2）。以性别和年龄（成幼体）为因子的双因子 ANOVA 比较两性头长和头宽与体长的回归剩余值（$\log_e$ transformed data）发现，雄性头部大于雌性（HL：$F_{1,419} = 116.56$，$P < 0.0001$；HW：$F_{1,419} = 42.88$，$P < 0.0001$），幼体头部大于成体（HL：$F_{1,419} = 54.31$，$P < 0.0001$；HW：$F_{1,419} = 21.48$，$P < 0.0001$）（图 2）。

2.2 雌性繁殖

室内饲养的母体于 2002、2003 年 5 月 22 日～7 月 16 日产卵，42 头雌体正常产卵，其余雌体产畸形或卵黄浓缩卵。解剖结果显示，蜡皮蜥具有年产多窝卵的潜力。雌体繁殖特征的描述性统计值见表 1。窝卵数和卵重的变异系数分别为0.18和





体长 Snout-vent length (mm)

图 1　蜡皮蜥成体体长频次分布

Fig.1　Frequency distributions of snout-vent length of adult Reevese's butterfly lizards, *Leiolepis reevesii*

图中曲线由正态分布拟合获得，显示个体大小的两性异形。

The curves in the figure are generated from a fit of normal distribution, showing sexual dimorphism in body size.

表 1　蜡皮蜥雌性繁殖特征的描述性统计值

Table 1　Descriptive statistics of female reproductive traits of Reevese's butterfly lizards, *Leiolepis reevesii*

	样本数 Sample size	平均值 Mean	标准误 Standard error	范围 Range
体长 Snout-vent length（mm）	42	98.3	0.8	89.0 - 111.4
产后体重 Post-oviposition body mass（g）	42	18.6	0.5	13.1 - 27.4
窝卵数 Clutch size	42	3.8	0.1	2 - 5
窝卵重 Clutch mass（g）	42	7.15	0.22	3.58 - 10.95
卵重 Egg mass（g）	42	1.90	0.04	1.12 - 2.74
卵长径 Egg length（mm）	42	23.0	0.3	19.3 - 27.6
卵短径 Egg width（mm）	42	11.9	0.1	10.7 - 13.1
相对窝卵重 Relative clutch mass	42	0.39	0.01	0.16 - 0.61

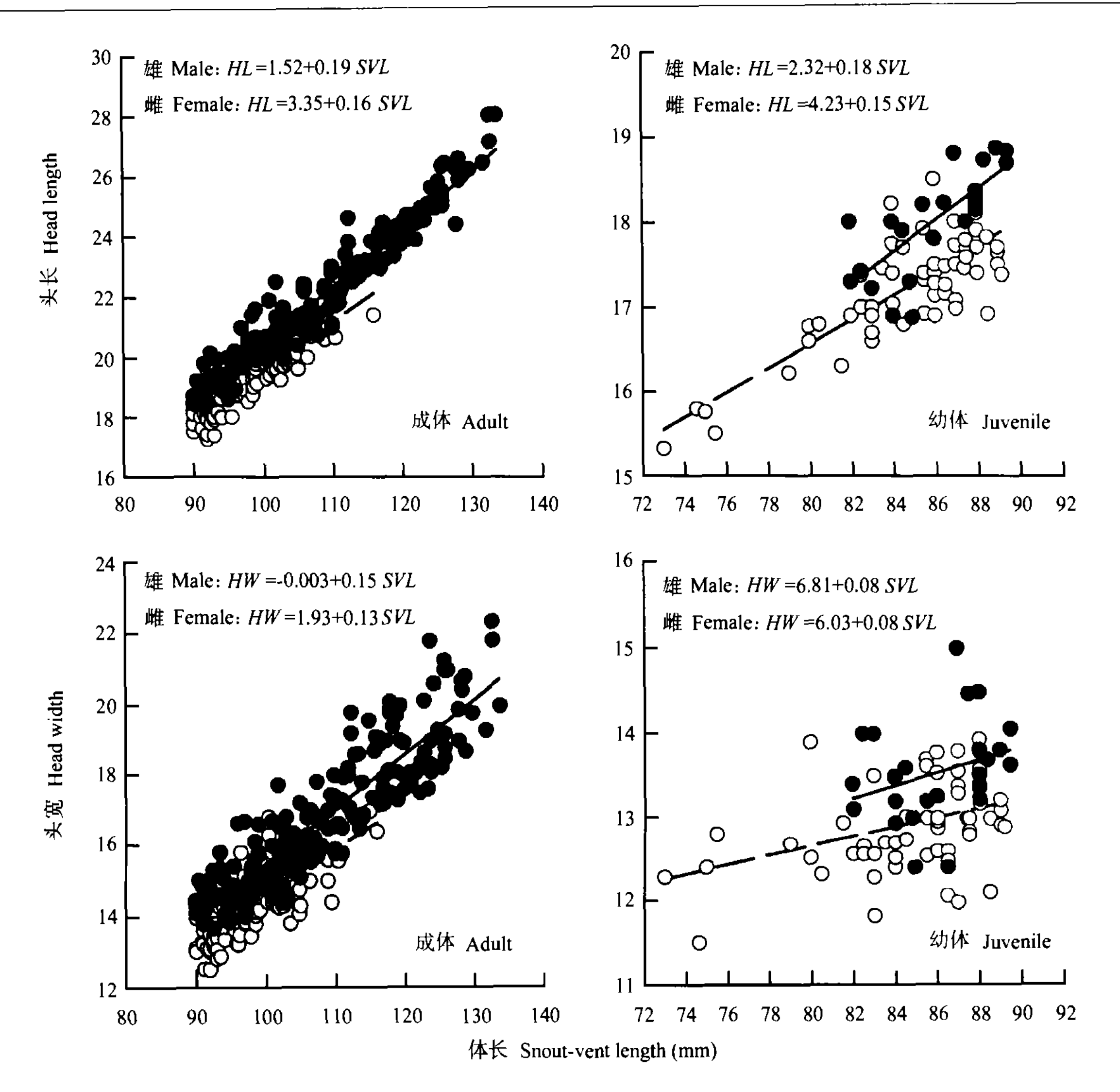


图 2 蜡皮蜥成、幼体头部大小（头长和头宽）与体长之间的关系

Fig.2 Relationships between head size (length and width) and snout-vent length of adult and juvenile Reevese's butterfly lizards, *Leiolepis reevesii*

显示头部大小的两性异形：雄体，实点、实线；雌体，空点、虚线。

Showing sexual dimorphism in head size: Males, solid dots and lines; Females, open dots and dash lines.

0.13，前者变异度大于后者。窝卵数（$r=0.05$，$F_{1,40}=0.12$，$P=0.730$）、窝卵重（$r=0.12$，$F_{1,40}=0.61$，$P=0.438$）和卵重（$r=0.09$，$F_{1,40}=0.30$，$P=0.590$）均与母体 SVL 无关。卵重与相对生育力之间无显著的负相关性（$r=-0.26$，$F_{1,40}=2.92$，$P=0.095$）。相对窝卵重与母体 SVL 呈显著的负相关（$r=-0.45$，$F_{1,40}=10.23$，$P<0.003$）（图 3）。

3 讨 论

蜥蜴成体体形大小有三种类型：①雄性 > 雌性，②雄性 < 雌性，③雄性 = 雌性（Powell & Russell，1985）。蜡皮蜥成体大小两性异形属于其中的第一种类型，与中国石龙子（*Eumeces chinensis*）（Ji，1994；Lin & Ji，2000；Ma & Ji，2001；Ji et al，2002a）和蓝尾石龙子（*E. elegans*）（Du & Ji，2001）相同，而区别于印度蜓蜥（*Sphenomorphus indicus*）雌性大于雄性（Ji & Du，2000），以及北草蜥（*Takydromus septentrionalis*）（Ji et al，1998；Zhang & Ji，2000）、山地麻蜥（*Eremias brenchleyi*）（Xu & Ji，2003）、变色树蜥（*Calotes versicolor*）（Ji et al，2002b）两性成体大小相同的模式。

蜥蜴雄性向较大体形进化通常与雄性具有的格斗行为且较大的个体更具格斗优势有关，雌性向较大的体形进化通常与增大体形能相应增加生育力和繁殖输出有关（Vitt & Cooper，1985；Shine，1988）。

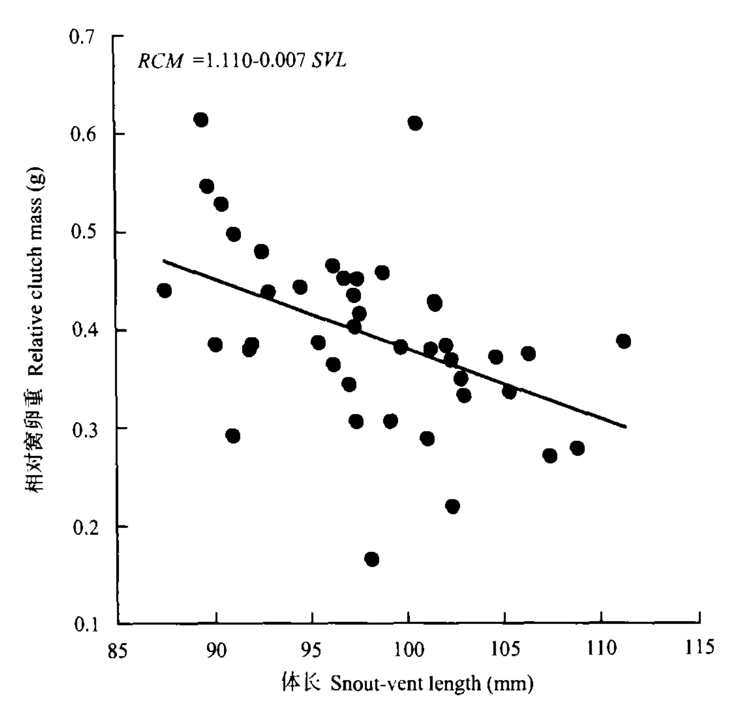


图 3　蜡皮蜥相对窝卵重（RCM）与母体体长之间的关系
Fig.3　Relationship between the relative clutch mass (RCM) and snout-vent length of maternal Reevese's butterfly lizards, *Leiolepis reevesii*

中国石龙子和蓝尾石龙子成体雄性大于雌性，与较大的雄体具有较强的竞争资源（食物、空间、配偶）的格斗能力有关（Ji，1994；Lin & Ji，2000；Du & Ji，2001）。印度蜓蜥雄性格斗行为不显著，该种卵胎生繁殖模式使雌性腹腔空间对增加生育力和繁殖输出具有强烈的限制作用，雌性向较大体形进化有利于强化雌性繁殖利益（Ji & Du，2000）。北草蜥、山地麻蜥、变色树蜥的雄性格斗行为亦不显著，雌体卵生和年产多窝卵习性使雌体以优化而非最大程度地利用腹腔空间（Ji et al，1998；Zhang & Ji，2000；Ji et al，2002b；Xu & Ji，2003），故这些种类蜥蜴的成体向体形两性异形方向发展的进化驱动力低于 3 种石龙子。与前述蜥蜴的生育力和繁殖输出均与母体大小呈正相关的模式不同，蜡皮蜥的窝卵数、窝卵重和卵重与母体大小无关，这表明蜡皮蜥雌性成体体形大小与生育力和繁殖输出的关联性不显著，蜡皮蜥雌体向较大体型进化对其增加生育力和繁殖输出的作用小于前述各种蜥蜴。因较小的蜡皮蜥母体具有比较大的母体相对更大的繁殖输出，而繁殖会滞缓个体的生长（Ji & Braña，2000），这可能是蜡皮蜥雌性成体具有较小体型的主要原因。

蜥蜴中普遍存在头部大小的两性异形，在所有被研究的种类中，几乎都是雄性头部大于雌性。蜡皮蜥也具有这一特点。不同种类蜥蜴的头部两性异形起始于个体发育的不同阶段。变色树蜥（Ji et al，2002c）、北草蜥（Zhang & Ji，2000）、白条草蜥（*Takydromus wolteri*）（Pan & Ji，2001）、山地麻蜥（Xu & Ji，2003）和普通岩蜥（*Podarcis muralis*）（Braña & Ji，2000）的初生幼体就显示头部大小的两性异形，并随个体发育变得更为显著。中国石龙子（Ma & Ji，2001）、蓝尾石龙子（Du & Ji，2001）和印度蜓蜥（Ji & Du，2000）在接近性成熟时出现头部大小的两性异形。由于缺乏初生幼体数据，蜡皮蜥头部大小两性异形的起始点尚不清楚，但 SVL > 57 mm 的幼体已有显著的两性异形。雌性具有较小的头部通常被认为是雌体减缓头部生长以相对加速躯体生长（Braña，1996；Ji & Du，2000），或是雄性显示相对较快的头部生长速率的结果（Cooper & Vitt，1989；Ji et al，1998；Lin & Ji，2000；Zhang & Ji，2000），前者有利于强化雌性繁殖利益，后者有利于强化雄性繁殖利益。然而，这种解释难以沿用到蜡皮蜥，因为该种生育力和繁殖输出与母体个体大小及相应的腹腔空间无直

接的关系。此外，目前尚无直接的观测证据显示，蜡皮蜥雄性较大的头部有利于其竞争资源。因此，蜡皮蜥头部大小两性异形的进化原因及意义待进一步研究。

蜡皮蜥雌性繁殖具有3个重要特点。第一，窝卵数和窝卵重与雌体SVL无关，这一结果与过半数母体（24/42）产4枚卵、窝卵数仅在2~5枚卵的范围变化，以及卵重的变化独立于雌体SVL、而与相对生育力的变化有关。第二，母体产优化大小的卵，卵大小变异度（0.13）小于窝卵数变异度（0.18），支持Smith & Fretwell（1974）后代数量与大小权衡的经典理论模型，该模型预测后代大小的变异度小于后代数量的变异度，生育力选择和生存选择压力的共同作用驱使母体产优化大小的后代。变色树蜥、普通岩蜥、印度蜓蜥等产非恒定数量后代的蜥蜴卵或幼仔大小亦是优化的，与雌体大小和生育力无关，但这些种类的窝卵（仔）数均与雌体大小呈正相关（Ji & Braña，2000；Ji & Du，2000，Ji et al，2002b）。第三，相对窝卵重与母体SVL呈显著的负相关，表明较小的蜡皮蜥母体具有相对更大的繁殖输出。因蜡皮蜥不属于较大的母体具有较大的繁殖潜力和繁殖输出的种类（Stearns & Crandall，1981；Niewiarowski & Dunham，1994），较小的雌体繁殖且具有相对较大的繁殖输出可能更有利于提高其适合度。

致谢：琼州大学杜宇在野外采集和实验室饲养及原始数据收集方面提供帮助，杭州师范学院马小梅、高建芳、韩军、罗来高、陆洪良等在不同阶段参与数据键入和处理工作。谨致谢忱。

参考文献：

Anderson RA, Vitt LJ. 1990. Sexual selection versus alternative causes of sexual dimorphism in teiid lizards [J]. *Oecologia*, **84**: 145 - 157.

Bernardo J. 1996. The particular maternal effect of propagule size, especially egg size: Patterns, models, quality of evidence and interpretations [J]. *Amer. Zool.*, **36**: 216 - 236.

Bonnet X, Shine R, Naulleau G. 1998. Sexual dimorphism in snakes: Different reproductive roles favour different body plans [J]. *Proc. R. Soc. Lond. B*, **265**: 179 - 254.

Braña F. 1996. Sexual dimorphism in lacertid lizards: Male head increase vs female abdomen increase [J]. *Oikos*, **75**: 511 - 523.

Braña F, Ji X. 2000. Influence of incubation temperature on morphology, locomotor performance, and early growth of hatchling wall lizards (*Podarcis murslis*) [J]. *J. Exp. Zool.*, **286**: 422 - 433.

Cooper WE, Vitt JL. 1989. Sexual dimorphism of head and size in an iguanid lizard: Paradoxical results [J]. *Amer. Nat.*, **133**: 729 - 735.

Du WG, Ji X. 2001. Growth, sexual dimorphism and female reproduction of blue-tailed skinks, *Eumeces elegans* [J]. *Zool. Res.*, **22**: 279 - 286. [杜卫国，计 翔. 2001. 蓝尾石龙子的生长、两性异形及雌性繁殖. 动物学研究，**22**: 279 - 286.]

Forsman A, Shine R. 1995. Parallel geographic variation in body shape and reproductive life history within the Australian scincid lizard *Lampropholis delicate* [J]. *Func. Ecol.*, **9**: 818 - 828.

Ji X. 1994. Sexual dimorphism in head and body size in the skink *Eumeces chinensis* [J]. *J. Hangzhou Normal Coll.*, **11** (6): 80 - 85. [计 翔. 1994. 中国石龙子头体大小的性二态. 杭州师范学院学报，**11** (6): 80 - 85.]

Ji X, Braña F. 2000. Among clutch variation in reproductive output and egg size in the wall lizard (*Podarcis muralis*) from a low land population of northern Spain [J]. *J. Herpetol.*, **34**: 54 - 60.

Ji X, Du WG. 2000. Sexual dimorphism in body size and head size and female reproduction in a viviparous skink, *Sphenomorphus indicus* [J]. *Zool. Res.*, **21** (5): 349 - 354. [计 翔，杜卫国. 2000. 蝘蜓头、体大小的两性异形和雌体繁殖. 动物学研究，**21** (5): 349 - 354.]

Ji X, Zhou WH, Zhang XD, Gu HQ. 1998. Sexual dimorphism and reproduction in the grass lizard *Takydromus septentrionalis* [J]. *Russ. J. Herpetol.*, **5**: 44 - 48.

Ji X, Huang HY, Hu XZ, Du WG. 2002a. Geographic variation in female reproductive characteristics and egg incubation in the Chinese skink, *Eumeces chinensis* [J]. *Chin. J. Appl. Ecol.*, **13**: 680 - 684. [计 翔，黄红英，胡晓忠，杜卫国. 2002a. 中国石龙子雌体繁殖特征和卵孵化的地理变异. 应用生态学报，**13**: 680 - 684.]

Ji X, Qiu QB, Diong CH. 2002b. Sexual dimorphism and female reproductive characteristics in the oriental garden lizard, *Calotes versicolor*, from a population in Hainan, southern China [J]. *J. Herpetol.*, **36**: 1 - 8.

Ji X, Qiu QB, Diong CH. 2002c. Influence of incubation temperature on hatching success, embryonic use of energy, and size and morphology of hatchlings in the oriental garden lizard, *Calotes versicolor* (Agamidae) [J]. *J. Exp. Zool.*, **292**: 649 - 659.

Jiang YM. 1999. Leiolepis [A]. In: Zhao EM, Zhao KT, Zhou KY. Fauna Sinica (Squamata, Lacertilia) [M]. Beijing: Science Press. 147 - 150. [江耀明. 1999. 蜡皮蜥属. 见：赵尔宓，赵肯堂，周开亚. 中国动物志（有鳞目，蜥蜴亚目）. 北京：科学出版社. 147 - 150.]

Lin ZH, Ji X. 2000. Food habits, sexual dimorphism and female reproduction of the skink (*Eumeces chinensis*) from a Lishui population in Zhejiang [J]. *Acta Ecol. Sin.*, **20**: 304 - 310. [林植华，计 翔. 2000. 浙江丽水中国石龙子食性、两性异形和雌性繁殖. 生态学报，**20**: 304 - 310.]

Ma XM, Ji X. 2001. Ontogenetic changes of sexual dimorphism in head size and food habit in the Chinese skink, *Eumeces chinensis* [J]. *Chin. J. Ecol.*, **20** (3): 12 - 16. [马小梅，计 翔. 2001. 中国石龙子个体发育过程中头部两性异形和食性的变化. 生态学杂志，**20** (3): 12 - 16.]

Niewiarowski PH, Dunham AE. 1994. The evolution of reproductive effort in squamate reptiles: Costs, trade-offs, and assumptions reconsidered [J]. *Evolution*, **48**: 137 - 145.

Olsson M, Shine R. 1997. The limits to reproductive output: Offspring

size versus number in the sand lizard (*Lacerta agilis*) [J]. *Amer. Nat.*, **149**: 179 - 188.
Pan ZC, Ji X. 2001. The influence of incubation temperature on size, morphology, and locomotor performance of hatchling grass lizard (*Takydromus wolteri*) [J]. *Acta Ecol. Sin.*, **21**: 2031 - 2038. [潘志崇，计 翔. 2001. 孵化温度对白条草蜥孵出幼体大小、形态和运动表现的影响. 生态学报，**21**: 2031 - 2038.]
Powell GL, Russell AP. 1985. Growth and sexual size dimorphism in Alberta populations of the eastern short-horned lizard, *Phrynosoma douglassi brevirostre* [J]. *Can. J. Zool.*, **63**: 139 - 154.
Schoener TW, Slade JB, Stinson CH. 1982. Diet and sexual dimorphism in the very catholic lizard genus, *Leiocephalus* of the Bahamas [J]. *Oecologia*, **53**: 160 - 169.
Seigel RA, Ford NB. 1992. Effects of energy input on variation in clutch size and offspring size in a viviparous reptile [J]. *Func. Ecol.*, **6**: 382 - 385.
Shine R. 1988. The evolution of larger body size in females: A critique of Darwin's "fecundity advantage" model [J]. *Amer. Nat.*, **131**: 124 - 131.
Shine R. 1992. Relative clutch mass and body shape in lizards and snakes: Its reproductive investment constrained or optimized [J]. *Evolution*, **46**: 828 - 833.
Shine R. 1993. Sexual dimorphism [A]. In: Seigel R, Collins J. Snakes: Ecology and Behavior [M]. New York: McGraw-Hill. 49 - 86.
Shine R. 2003. Reproductive strategies in snakes [J]. *Proc. R. Soc. Lond. B*, **270**: 995 - 1004.
Shine R, Seigel R. 1996. A neglected life-history trait: Clutch-size variance in snakes [J]. *J. Zool. Lond.*, **239**: 209 - 223.
Sinervo B. 1990. The evolution of maternal investment in lizards: An experimental and comparative constrained or optimized [J]. *Evolution*, **45**: 828 - 833.
Smith CC, Fretwell SD. 1974. The optimal balance between size and number of offspring [J]. *Amer. Nat.*, **108**: 499 - 506.
Stearns SC. 1992. The Evolution of Life Histories [M]. Oxford: Oxford University Press.
Stearns SC, Crandall RE. 1981. Quantitative predictions of delayed maturity [J]. *Evolution*, **35**: 455 - 463.
Vitt LJ, Cooper WE. 1985. The evolution of sexual dimorphism in the skink *Eumeces laticeps*: An example of sexual selection [J]. *Can. J. Zool.*, **63**: 995 - 1002.
Xu XF, Ji X. 2003. Ontogenetic shifts in sexual dimorphism in head size and food habits in the lacertid lizard, *Eremias brenchleyi* [J]. *Chin. J. Appl. Ecol.*, **14**: 557 - 561. [许雪峰，计 翔. 2003. 山地麻蜥个体发育过程中头部两性异形和食性的变化. 应用生态学报，**14**: 557 - 561.]
Zhang YP, Ji X. 2000. Ontogenetic changes of sexual dimorphism in head size and food habit in grass lizard, *Takydromus septentrionalis* [J]. *Zool. Res.*, **21** (3): 181 - 186. [张永普，计 翔. 2000. 北草蜥个体发育过程中头部两性异形及食性的变化. 动物学研究，**21** (3): 181 - 186.]
Zhao EM. 1998. *Leiolepis reevesii* [A]. In: Zhao EM. China Red Data Book of Endangered Animals (Amphibia and Reptilia) [M]. Beijing: Science Press. 181 - 182. [赵尔宓. 1998. 蜡皮蜥. 见：赵尔宓. 中国濒危动物红皮书（两栖类和爬行类）. 北京：科学出版社. 181 - 182.]

"核糖体失活蛋白抗艾滋病病毒活性及构效关系的研究"
获2003年度云南省科学技术奖（自然科学类）二等奖

中国科学院昆明动物研究所郑永唐研究员主持的"核糖体失活蛋白抗艾滋病病毒活性及构效关系的研究"，利用分子生物学和病毒学等手段，系统研究了核糖体失活蛋白（RIP）抗人艾滋病病毒（HIV）活性，并对天花粉蛋白（TCS）抗HIV活性的作用机制、构效关系进行了深入的研究。

该成果建立发展了一套较完整的包括初筛、确证、特性研究三个步骤的抗HIV药物的研究方法和模型。研究了17种植物来源的57种RIP的抗HIV活性，从中发现了括楼蛋白等5个具有显著抗HIV活性的新RIP；经筛选，发现α-苦瓜子蛋白（MMC）是α、β、γ-MMC中唯一具有抗HIV-1活性的蛋白。

该成果还利用基因工程技术构建表达了17个TCS活性中心、C末端、抗原决定簇以及PEG偶联突变体。首次通过检测突变体抗HIV-1的活性，探讨TCS结构与活性的关系，发现TCS的抗HIV-1活性主要与RI活性相关，但不是唯一因素；TCS抗原决定簇突变对TCS抗HIV-1活性影响不大，PEG20K偶联则降低了其抗HIV-1的活性。还发现TCS并不作用于HIV-1的RT和gp41，也不作用于病毒复制周期中的结合、病毒成熟、出芽、核酸复制等步骤。首次发现TCS有协同IFN、ACV的抗病毒作用，以及TCS有选择性杀伤T细胞和巨噬细胞的作用，细胞毒性主要取决于胞内浓度，提示这种选择性细胞杀伤作用可能与其抗AIDS作用有关。该项成果为TCS治疗AIDS和某些白血病提供了理论依据和实验证据。

本研究结果达到国际先进水平。公开发表论文29篇，其中SCI论文8篇（4篇SCI影响因子 > 3.0），国内核心期刊论文9篇；参与撰写专著1部；获国家发明专利1项。经中国科学院文献情报中心检索，研究结果被国内外同行广泛引用，发表的论文共被引用161次，其中他人引用123次，SCI刊物论文引用23次。该成果荣获云南省科学技术奖自然科学类二等奖。